



TUGAS AKHIR - TM145502 (KE)

**PEMANFAATAN KINETIC FLYWHEEL
CONVERSION (KFC) DARI MOBIL TANGKI
UNTUK KEMANDIRIAN ENERGI LISTRIK DI
TERMINAL BBM SURABYA GROUP -
PERTAMINA PERAK**

**ALAN BUDI PRATAMA PUTRA
NRP. 102114 00000 040**

**DosenPembimbing :
Dedy Zulhidayat Noor,ST.,MT.,PhD
NIP. 19751206 200501 1 002**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



TUGAS AKHIR - TM145502 (KE)

**PEMANFAATKAN KINETIC FLYWHEEL
CONVERSION (KFC) DARI MOBIL TANGKI
UNTUK KEMANDIRIAN ENERGI LISTRIK DI
TERMINAL BBM SURABAYA GROUP -
PERTAMINA PERAK**

**ALAN BUDI PRATAMA PUTRA
NRP. 1021140000040**

**Dosen Pembimbing :
Dedy Zulhidayat Noor,ST.,MT.,PhD
NIP. 19751206 200501 1002**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT-TM145502 (KE)

**UTILIZATION OF KINETIC FLYWHEEL
CONVERSION (KFC) OF CAR TANK ON THE
FILLING AREA FOR ELECTRICAL ENERGY
PARTNERSHIP USING IN TBBM SURABAYA
GROUP - PERTAMINA PERAK**

**ALAN BUDI PRATAMA PUTRA
NRP. 1021140000040**

**Advisor :
Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., PhD
NIP. 19751206 200501 1002**

**MECHANICA INDUSTRY ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

**PEMANFAATKAN KINETIC FLYWHEEL
CONVERSION (KFC) DARI MOBIL TANGKI
UNTUK KEMANDIRIAN ENERGI LISTRIK DI
TERMINAL BBM SURABAYA GROUP –
PERTAMINA PERAK**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh gelar Ahli Madya
Pada
Bidang Konversi Energy
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh :

ALAN BUDI PRATAMA PUTRA
NRP. 102114 0000040

Mengetahui dan Menyetujui :
Dosen Pembimbing



Dedy Zuhidayat Noor, ST., MT., PhD
NIP. 19751206 200501 1 002

SURABAYA
JANUARI 2018

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat, taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Optimalisasi energi kinetik mobil tangki pada saat memasuki areal pengisian untuk kemandirian energi listrik dengan menggunakan kinetic flywheel conversion (kfc) di tbbm surabaya group – perak” ini.

Adapun dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Bapak Dedy Zulhidayat Noor,ST.,MT.,PhD** selaku dosen pembimbing atas bimbingan dan ilmu yang sangat banyak dalam pengerjaan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini.
2. **Orang tua** yang selalu memberikan dukungan penuh baik secara moril maupun materil. Tanpa do'a dan motivasi dari beliau penulis tidak bisa menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
3. **Anis kurli yaniar putri** yang telah meminjamkan laptopnya kepada penulis selama 6 bulan.
4. **Seluruh Dosen dan Karyawan** yang telah banyak membimbing penulis dalam menggali ilmu di Dept Teknik Mesin Industri ITS, serta banyak memfasilitasi penulis dalam poses pengerjaan tugas akhir.
5. **Imam Gazali dan Ibnu Taufan** untuk ilmu yang ditularkan serta referensi yang sangat membantu penulis.
6. **Imam Ali Faqih dan Nurhadi Saputra** yang telah bersedia mendengarkan curhatan saya dalam hal apapun dan telah banyak memberikan saran serta motivasi selama mengerjakan tugas akhir ini.
7. **Seluruh teman-teman angkatan 2014** yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

8. **Teman-teman Fokus ITS** atas kebersamaan yang selalu dijaga bersama, sehingga penulis lebih semangat dalam menyelesaikan tugas akhir.
9. **Teman-teman Mahagana ITS** yang telah memberikan banyak sekali motivasi serta dorongan semangat untuk selalu fokus dalam mengerjakan tugas akhir ini.
10. **Teman-teman Peduli Sekitar** yang telah membantu penulis dalam proses pembuatan buku tugas akhir ini.
11. Semua pihak yang belum disebutkan di atas yang telah memberikan do'a, bantuan, dan dukungannya bagi penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Walaupun jauh dari apa yang diharapkan Penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Surabaya, 05 Desember 2017

Penulis

**PEMANFAATKAN KINETIC FLYWHEEL CONVERSION
(KFC) DARI MOBIL TANGKI UNTUK KEMANDIRIAN
ENERGI LISTRIK DI TERMINAL BBM SURABAYA
GROUP – PERTAMINA PERAK**

Nama Mahasiswa : Alan Budi Pratama Putra
NRP : 10211400000040
Jurusan : Teknik Mesin Industri FV-ITS
Dosen Pembimbing : Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., PhD

Abstrak

Energi merupakan bagian dari suatu benda tetapi tidak terikat pada benda tersebut. Energi bersifat fleksibel artinya dapat berpindah dan berubah.

KFC adalah suatu alat yang memanfaatkan energy kinetic pada pijakan mobil tangki pertamina yang melewati KFC dengan kecepatan maksimal 10 km/jam. Sehingga askruk akan bergerak dan memutar poros yang terhubung dengan flywheel yang tersambung pada pulley dan vbelt untuk memutar alternator. Dari alternator tersebut menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus listrik searah (DC) lalu kemudian disimpan ke accumulator (baterai) setelah baterai terisi penuh baru nanti mampu untuk digunakan untuk penerangan lampu di area terminal bahan bakar pertamina.

Dalam percobaan digunakan 25 mobil tangki dengan kapasitas yang berbeda-beda yakni 8 kl, 16 kl, 24 kl, 32 kl, dan 40 kl yang digunakan untuk melindas atau melewati plat dari alat KFC tersebut serta komponen instrumen yang digunakan untuk membaca hasil dan menyimpan energy dari alat KFC.

Kata kunci : Energi kinetic, *alternator*, aki, mobil tangki.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**UTILIZATION OF KINETIC FLYWHEEL
CONVERSION (KFC) OF CAR TANK ON THE
FILLING AREA FOR ELECTRICAL ENERGY
PARTNERSHIP USING IN TERMINAL BBM
SURABAYA GROUP - PERTAMINA PERAK**

Student Name : Alan Budi Pratama Putra
NRP : 10211400000040
Department : Teknik Mesin Industri FV-ITS
Final Project Advisor : Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., PhD

Abstract

Energy is part of an object which not attached to the object. Energy may be flexible; means that it is moveable and changeable.

KFC is a device that utilizes kinetic energy on the pedals of Pertamina tank which passing through KFC with a maximum speed of 10 km / h. Therefore, pedals will move and rotate on the shaft which is connected to the flywheel that connected to the pulley and Vbelt to rotate the alternator. From that alternator produces an alternating current (AC) which is converted using an inverter into a direct current (DC) and then stored to the accumulator (battery), after the battery is fully charged, it can be used for lighting the lamp in the terminal area of Pertamina fuel.

In the experiment used 25 tanks which have different capacities such as, 8 kl, 16 kl, 24 kl, 32 kl, and 40 kl were used to run over or pass the plates of KFC device and the instrumental components used to read the results and supply energy from the KFC device.

Keywords: Kinetic Energy , alternator, Accu, Car.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi

BAB I

PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penulisan.....	2
1.5. Manfaat Penulisan	2
1.6. Sistematika Penulisan	3

BAB II

DASAR TEORI	5
2.1. Kajian Pustaka	5
2.1.1. Definisi Energy	5
2.1.2. Jenis – Jenis Energy	6
2.2. Energy Yang Berasal Dari Fosil.....	6
2.2.1. Batubara	6
2.2.2. Minyak Bumi	6
2.2.3. Gas Alam	7
2.3. Sumber Energy Terbarukan.....	7
2.3.1. Sumber Energy Utama.....	7
2.3.1.1 Energy Panas Bumi	7
2.3.1.2 Energy Surya	8
2.3.1.3 Tenaga Angin	9
2.3.1.4 Tenaga Air.....	9
2.3.1.5 Biomassa	10

2.4. Sumber Energy Skala Kecil	12
2.5. Hukum Kekekalan Energy	13
2.5.1. Hukum Kekekalan Energy Mekanik.....	13
2.5.2. Energy Potensial	14
2.5.3. Gerak Translasi dan Rotasi Benda tegar	14
2.6. Energy Listrik.....	16
2.7. Alternator	17
2.8. Panel Instrument.....	17
2.9. Penyimpanan Energy	18
2.10. Penerangan	19

BAB III

METODOLOGI	21
3.1. Diagram Alir Perencanaan.....	22
3.2. Prinsip Kerja Mesin	23
3.3. Prosedur Pengoprasian.....	24
3.4. Keunggulan Mesin.....	24
3.5. Komponen Alat KFC	25

BAB IV

ANALISIS PERHITUNGAN	27
4.1. Proses Penggalan dan Pengecoran Wadah KFC.....	27
4.2. Pemasangan Alat KFC.....	27
4.3. Pemasangan Panel Instrument.....	28
4.4. Perhitungan Energy Potensial	28
4.5. Free Body Diagram	29
4.6. Perbandingan Putaran Pulley besar dan Pulley kecil.....	30
4.7. Perhitungan Daya Flywheel dan Daya poros	31
4.8. Hasil dan Penyimpanan Energy (Daya Alternator)	32
4.9 Penerangan Disekitar Area.....	34
4.10.Kebutuhan Area.....	34

BAB V

PENUTUP 35

5.1. Kesimpulan 35

5.2. Saran 35

DAFTAR PUSTAKA

BIODATA

LAMPIRAN

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Rotasi Benda Tegar	5
Gambar 2.2.	<i>Alternator</i>	6
Gambar 2.3.	<i>Konverter AC menjadi DC</i>	7
Gambar 2.4.	<i>Akumulator (12 V x 100 Ah)</i>	7
Gambar 2.5.	Lampu LED 60 watt	8
Gambar 3.1.	Hasil Perencanaan Alat KFC	32
Gambar 3.2.	Bagian-bagian Alat Kinetic Flywheel Conversion	33
Gambar 4.1.	Penggalian dan Pengecoran.	27
Gambar 4.2.	Alat Kinetic Flywheel Conversion.....	27
Gambar 4.3.	Konverter dan Akumulator.....	28
Gambar 4.4.	Free Body Diagram	29

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dr. Hamidi, M.SI., 2002, *Jenis-jenis energy terbarukan dan penerapannya*. Padang : Pendidikan fisika program pascasarjana ,Universitas Negeri Padang (UNP).
- [2] Iskandar Soetyono, 2017, *konversi energy (sains dan teknologi)* Makassar : Universitas Negeri Makassar
- [3] Kadir, A., 2010. Energi : sumber Daya Inovasi Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi .Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- [4] Azmi. 2014, *Perencanaan mekanisme gerakan campuran berayun mesin reactor hidrolisis kapasitas 3 liter*, Surabaya : Departement Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [5] Suhariyanto. 2015, *Elemen mesin I*, Surabaya: Diktat Departement Teknik Mesin Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Berat kosong mobil tangki.	28
Tabel 4.2. Putaran Alternator.	30
Tabel 4.3. Daya Flywheel dan Daya Poros.	31
Tabel 4.4. Tengan dan Arus.	32

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertamina (dahulu bernama Perusahaan Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Negara) atau nama resminya PT. PERTAMINA (Persero) adalah sebuah BUMN yang bertugas mengelola penambangan minyak dan gas bumi di Indonesia.

Sebagai negara yang terus bertumbuh, Indonesia memiliki kebutuhan energi yang kian meningkat. Kebutuhan energi tersebut dinilai harus dipenuhi dengan cara yang menjamin ketahanan, kemandirian dan kedaulatan energi.. Indonesia memiliki potensi dan cadangan energi terbarukan yang besar, seperti tenaga matahari, panas bumi, dan air, termasuk lautan.

Kebutuhan Energy Listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer dan permintaan akan pasokan listrik di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut pengamat Direktur pengkajian energi Universitas Indonesia (UI), Iwa Garniwa yang ditulis pada situs berita merdeka.com, pertumbuhan pertumbuhan kebutuhan listrik Indonesia setiap tahun rata-rata 9% dan dalam 10 tahun mendatang kita butuh pasokan listrik 2 kali lipat dari sekarang. Dari analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pemerintah harus menambah 4000MW Listrik setiap tahun.

Kebutuhan lampu perhari dengan menggunakan lampu led jalan 60 watt sebanyak 6 buah selama 10 jam perhari akan membutuhkan daya sebesar 3600 Wh perjam. Itu hanya untuk sebuah lampu saja, dapat dihitung berapa banyak daya yang dibutuhkan untuk menyalakan lebih banyak lampu. Untuk mengurangi sedikit beban pasokan listrik ada banyak hal yang dapat dilakukan. Dengan memanfaatkan energy terbarukan yaitu dengan memanfaatkan energy potensial yang timbul akibat pijakan mobil tangki pertamina melewati KFC dengan kecepatan maksimal 10 km/jam. Sehingga askruk akan bergerak dan memutar poros yang terhubung dengan flywheel yang tersambung pada pulley dan vbelt untuk memutar alternator. Dari alternator

tersebut menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus listrik searah (DC) lalu kemudian disimpan ke accumulator (baterai) setelah baterai terisi penuh baru nanti mampu untuk digunakan untuk penerangan lampu di area terminal bahan bakar pertamina.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana menganalisa performace system kinetic flywheel conversion yang ada di TBBM Surabaya Group - Pertamina Perak
2. Berpakah jumlah putaran yang dihasilkan flywheel?
3. Berpakah daya yang dihasilkan alternator?
4. Berapa effisieensi pengisian akumulator ?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Asumsi massa mobil tangki pertamina (1/3berat)
2. Kecepatan maksimal mobil tangki 10 km/jam
3. Jarak mobil tangki satu terhadap mobil lainnya 25 m
4. Tidak membahas tentang perencanaan elemen mesin
5. Flywheel silinder pejal

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengujian terhadap alat kinetic flywheel conversion
2. Mengetahui berapa putaran yang dihasilkan flywheel
3. .Mengetahui daya alternator yang dihasilkan
4. Mengetahui berapa efisiensi pengisian akumulator.

1.5. Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagi Penulis

Hasil penulisan tugas akhir ini bermanfaat dalam menambah wawasan penulis terhadap pemanfaatan energi terbarukan untuk kebutuhan listrik di PT. Pertamina persero Jl.perak barat no 277 Surabaya.

2. Bagi Pihak lain

Hasil penulisan tugas akhir ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan alat tersebut untuk dilakukan di jalan Tol di Indonesia.

1.6. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II DASAR TEORI

Bab ini memuat tentang macam - macam energy terbarukan yang dapat dimanfaatkan kehidupan kita.

Bab III METODOLOGI RANCANG BANGUN

Bab ini berisi tentang cara pengoprasian dan cara mematikan panel serta desinalat kfc dan daftar komponen dari alat kfc.

Bab IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

Bab ini memuat tentang perhitungan-perhitungan tentang putaran flywheel, poros dan daya yang dapat dihasilkan oleh kinetic flywheel conversion (kfc)

Bab V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran.

LAMPIRAN

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Kajian Pustaka

Keterbatasan energi fosil seperti batubara, minyak bumi dan gas alam. yang membuat perlu adanya suatu pemanfaatan sumber daya lain sebagai alternatif energi untuk menunjang pasokan listrik yang semakin banyak digunakan.

2.1.1. Definisi Energi

Energi adalah kemampuan melakukan kerja. Disebut demikian karena setiap kerja yang dilakukan sekecil apapun dan seringnya apapun tetap membutuhkan energi. Menurut KBBI energi didefinisikan sebagai daya atau kekuatan yang diperlukan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Energi merupakan bagian dari suatu benda tetapi tidak terikat pada benda tersebut. Energi bersifat fleksibel artinya dapat berpindah dan berubah. Berikut beberapa pendapat ahli tentang pengertian energi:[1]

1. Energi adalah kemampuan membuat sesuatu terjadi (Robert L. Wolke)
2. Energi adalah kemampuan benda untuk melakukan usaha (Mikrajuddin)
3. Energi adalah suatu bentuk kekuatan yang dihasilkan atau dimiliki oleh suatu benda (Pardiyono)
4. Energi adalah sebuah konsep dasar termodinamika dan merupakan salah satu aspek penting dalam analisis teknik (Michael J. Moran), dll

Dari berbagai pengertian dan definisi energi diatas dapat disimpulkan bahwa secara umum energi dapat didefinisikan sebagai kekuatan yang dimiliki oleh suatu benda sehingga mampu untuk melakukan kerja.

2.1.2. Jenis Energi

1. Energi yang berasal dari fosil

Energi yang berasal dari fosil adalah energi yang kesediaan sumbernya di alam terbatas, sumber energi yang berasal dari fosil adalah batu bara, minyak bumi, dan gas alam.

2. Energi terbarukan

Konsep energi terbarukan mulai dikenal pada tahun 1970-an, sebagai upaya untuk mengimbangi pengembangan energi berbahan bakar nuklir dan fosil. Definisi paling umum adalah sumber energi yang dapat dengan cepat dipulihkan kembali secara alami, dan prosesnya berkelanjutan (proses alam yang berkelanjutan) seperti tenaga surya, tenaga angin, arus air proses biologi, dan panas bumi. Dengan definisi ini, maka bahan bakar nuklir dan fosil tidak termasuk di dalamnya.

2.2 Sumber Energi yang berasal dari fosil

2.2.1 Batu bara

Batu bara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar, terbentuk dari endapan organik, utamanya adalah sisa-sisa tumbuhan dan terbentuk melalui proses pematubaraan. Unsur-unsur utamanya terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen. Batu bara juga adalah batuan organik yang memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang kompleks yang dapat ditemui dalam berbagai bentuk.

2.2.2 Minyak bumi

Minyak Bumi (bahasa Inggris: petroleum, dari bahasa Latin petrus – karang dan oleum – minyak), dijuluki juga sebagai emas hitam, adalah cairan kental, berwarna coklat gelap, atau kehijauan yang mudah terbakar, yang berada di lapisan atas dari beberapa area di kerak bumi. Minyak Bumi terdiri dari campuran kompleks dari berbagai hidrokarbon, sebagian besar seri alkana, tetapi bervariasi dalam penampilan, komposisi, dan kemurniannya.

Minyak Bumi diambil dari sumur minyak di pertambangan-pertambangan minyak. Lokasi sumur-sumur minyak ini didapatkan setelah melalui proses studi geologi, analisis sedimen, karakter dan struktur sumber, dan berbagai macam studi lainnya.

2.2.3 Gas alam

Gas alam sering juga disebut sebagai gas Bumi atau gas rawa, adalah bahan bakar fosil berbentuk gas yang terutama terdiri dari metana (CH_4). Ia dapat ditemukan di ladang minyak, ladang gas Bumi dan juga tambang batu bara. Ketika gas yang kaya dengan metana diproduksi melalui pembusukan oleh bakteri anaerobik dari bahan-bahan organik selain dari fosil, maka ia disebut biogas. Sumber biogas dapat ditemukan di rawa-rawa, tempat pembuangan akhir sampah, serta penampungan kotoran manusia dan hewan.

2.3 Sumber Energi Terbarukan

2.3.1 Sumber utama

2.3.1.1 Energi panas bumi

Energi panas bumi berasal dari peluruhan radioaktif di pusat Bumi, yang membuat Bumi panas dari dalam, serta dari panas matahari yang membuat panas permukaan bumi. Panas bumi adalah suatu bentuk energi panas atau energi termal yang dihasilkan dan disimpan di dalam bumi. Energi panas adalah energi yang menentukan temperatur suatu benda. Energi panas bumi berasal dari energi hasil pembentukan planet (20%) dan peluruhan radioaktif dari mineral (80%) Gradien panas bumi, yang didefinisikan dengan perbedaan temperatur antara inti bumi dan permukaannya, mengendalikan konduksi yang terus menerus terjadi dalam bentuk energi panas dari inti ke permukaan bumi.

Temperatur inti bumi mencapai lebih dari 5000 oC. Panas mengalir secara konduksi menuju bebatuan sekitar inti bumi.

Panas ini menyebabkan bebatuan tersebut meleleh, membentuk magma. Magma mengalirkan panas secara konveksi dan bergerak naik karena magma yang berupa bebatuan cair memiliki massa jenis yang lebih rendah dari bebatuan padat. Magma memanaskan kerak bumi dan air yang mengalir di dalam kerak bumi, memanaskannya hingga mencapai 300 °C. Air yang panas ini menimbulkan tekanan tinggi sehingga air keluar dari kerak bumi.

Energi panas bumi dari inti Bumi lebih dekat ke permukaan di beberapa daerah. Uap panas atau air bawah tanah dapat dimanfaatkan, dibawa ke permukaan, dan dapat digunakan untuk membangkitkan listrik. Sumber tenaga panas bumi berada di beberapa bagian yang tidak stabil secara geologis seperti Islandia, Selandia Baru, Amerika Serikat, Filipina, dan Italia. Dua wilayah yang paling menonjol selama ini di Amerika Serikat berada di kubah Yellowstone dan di utara California. Islandia menghasilkan tenaga panas bumi dan mengalirkan energi ke 66% dari semua rumah yang ada di Islandia pada tahun 2000, dalam bentuk energi panas secara langsung dan energi listrik melalui pembangkit listrik. 86% rumah yang ada di Islandia memanfaatkan panas bumi sebagai pemanas rumah. Ada tiga cara pemanfaatan panas bumi:

- Sebagai tenaga pembangkit listrik dan digunakan dalam bentuk listrik
- Sebagai sumber panas yang dimanfaatkan secara langsung menggunakan pipa ke perut bumi
- Sebagai pompa panas yang dipompa langsung dari perut bumi.

2.3.1.2 Energi Surya

Energi surya adalah energi yang dikumpulkan secara langsung dari cahaya matahari. Tentu saja matahari tidak memberikan energi yang konstan untuk setiap titik di bumi,

sehingga penggunaannya terbatas. Sel surya sering digunakan untuk mengisi daya baterai, di siang hari dan daya dari baterai tersebut digunakan di malam hari ketika cahaya matahari tidak tersedia. Tenaga surya dapat digunakan untuk:

- Menghasilkan listrik menggunakan sel surya
- Menghasilkan listrik Menggunakan menara surya
- Memanaskan gedung secara langsung
- Memanaskan gedung melalui pompa panas
- Memanaskan makanan Menggunakan oven surya

2.3.1.3 Tenaga Angin

Perbedaan temperatur di dua tempat yang berbeda menghasilkan tekanan udara yang berbeda, sehingga menghasilkan angin. Angin adalah gerakan materi (udara) dan telah diketahui sejak lama mampu menggerakkan turbin. Turbin angin dimanfaatkan untuk menghasilkan energi kinetik maupun energi listrik. Energi yang tersedia dari angin adalah fungsi dari kecepatan angin; ketika kecepatan angin meningkat, maka energi keluarannya juga meningkat hingga ke batas maksimum energi yang mampu dihasilkan turbin tersebut. Wilayah dengan angin yang lebih kuat dan konstan seperti lepas pantai dan dataran tinggi, biasanya diutamakan untuk dibangun "ladang angin".

2.3.1.4 Tenaga Air

Energi air digunakan karena memiliki massa dan mampu mengalir. Air memiliki massa jenis 800 kali dibandingkan udara. Bahkan gerakan air yang lambat mampu diubah ke dalam bentuk energi lain. Turbin air didesain untuk 11 mendapatkan energi dari berbagai jenis reservoir, yang diperhitungkan dari jumlah massa air, ketinggian, hingga kecepatan air. Energi air dimanfaatkan dalam bentuk:

- Bendungan pembangkit listrik. Yang terbesar adalah Three Gorges dam di China.
- Mikrohidro yang dibangun untuk membangkitkan listrik hingga skala 100 kilowatt. Umumnya dipakai di daerah terpencil yang memiliki banyak sumber air.
- Run-of-the-river yang dibangun dengan memanfaatkan energi kinetik dari aliran air tanpa membutuhkan reservoir air yang besar

2.3.1.5 Biomassa

Tumbuhan biasanya menggunakan fotosintesis untuk menyimpan tenaga surya, udara, dan CO₂. Bahan bakar bio (biofuel) adalah bahan bakar yang diperoleh dari biomassa - organisme atau produk dari metabolisme hewan, seperti kotoran dari sapi dan sebagainya. Ini juga merupakan salah satu sumber energi terbarui. Biasanya biomassa dibakar untuk melepas energi kimia yang tersimpan di dalamnya, pengecualian ketika biofuel digunakan untuk bahan bakar fuel cell (misal direct methanol fuel cell dan direct ethanol fuel cell). Biomassa dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar atau untuk memproduksi bahan bakar jenis lain seperti biodiesel, bioetanol, atau biogas tergantung sumbernya. Biomassa berbentuk biodiesel, bioetanol, dan biogas dapat dibakar dalam mesin pembakaran dalam atau pendidih secara langsung dengan kondisi tertentu.

Biomassa menjadi sumber energi terbarukan jika laju pengambilan tidak melebihi laju produksinya, karena pada dasarnya biomassa merupakan bahan yang diproduksi oleh alam dalam waktu relatif singkat melalui berbagai proses biologis. Berbagai kasus penggunaan biomassa yang tidak terbarukan sudah terjadi, seperti kasus deforestasi jaman romawi, dan yang sekarang terjadi, deforestasi hutan amazon. Gambut juga sebenarnya biomassa yang pendefinisianya sebagai energi

terbarukan cukup bias karena laju ekstraksi oleh manusia tidak sebanding dengan laju pertumbuhan lapisan gambut.

Ada tiga bentuk penggunaan biomassa, yaitu secara padat, cair, dan gas. Dan secara umum ada dua metode dalam memproduksi biomassa, yaitu dengan menumbuhkan organisme penghasil biomassa dan menggunakan bahan sisa hasil industri pengolahan makhluk hidup.

a. Bahan bakar bio cair

Bahan bakar bio cair biasanya berbentuk bioalkohol seperti metanol, etanol dan biodiesel. Biodiesel dapat digunakan pada kendaraan diesel modern dengan sedikit atau tanpa modifikasi dan dapat diperoleh dari limbah sayur dan minyak hewani serta lemak. Tergantung potensi setiap daerah, jagung, gula bit, tebu, dan beberapa jenis rumput dibudidayakan untuk menghasilkan bioetanol. Sedangkan biodiesel dihasilkan dari tanaman atau hasil tanaman yang mengandung minyak (kelapa sawit, kopra, biji jarak, alga) dan telah melalui berbagai proses seperti esterifikasi.

b. Biomassa padat

Penggunaan langsung biasanya dalam bentuk padatan yang mudah terbakar, baik kayu bakar atau tanaman yang mudah terbakar. Tanaman dapat dibudidayakan secara khusus untuk pembakaran atau dapat digunakan untuk keperluan lain, seperti diolah di industri tertentu dan limbah hasil pengolahan yang bisa dibakar dijadikan bahan bakar. Pembuatan briket biomassa juga menggunakan biomassa padat, di mana bahan bakunya bisa berupa potongan atau serpihan biomassa padat mentah atau yang telah melalui proses tertentu seperti pirolisis untuk meningkatkan persentase karbon dan mengurangi kadar airnya. Biomassa padat juga bisa diolah dengan cara gasifikasi untuk menghasilkan gas.

c. Biogas

Berbagai bahan organik, secara biologis dengan fermentasi, maupun secara fisiko-kimia dengan gasifikasi, dapat melepaskan gas yang mudah terbakar. Biogas dapat dengan mudah dihasilkan dari berbagai limbah dari 13 industri yang ada saat ini, seperti produksi kertas, produksi gula, kotoran hewan peternakan, dan sebagainya. Berbagai aliran limbah harus diencerkan dengan air dan dibiarkan secara alami berfermentasi, menghasilkan gas metana. Residu dari aktivitas fermentasi ini adalah pupuk yang kaya nitrogen, karbon, dan mineral.

2.4 Sumber Energi Skala Kecil

- a. Piezoelektrik, merupakan muatan listrik yang dihasilkan dari pengaplikasian stress mekanik pada benda padat. Benda ini mengubah energi mekanik menjadi energi listrik.
- b. Jam otomatis (Automatic watch, self-winding watch) merupakan jam tangan yang digerakkan dengan energi mekanik yang tersimpan, yang didapatkan dari gerakan tangan penggunanya. Energi mekanik disimpan pada mekanisme pegas di dalamnya.
- c. Landasan elektrokinetik (electrokinetic road ramp) yaitu metode menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan energi kinetik dari mobil yang bergerak di atas landasan yang terpasang di jalan. Sebuah landasan sudah dipasang di lapangan parkir supermarket Sainsbury's di Gloucester, Britania Raya, di mana listrik yang dihasilkan digunakan untuk menggerakkan mesin kasir.
- d. Menangkap radiasi elektromagnetik yang tidak dimanfaatkan dan mengubahnya menjadi energi listrik menggunakan rectifying antenna. Ini adalah salah satu metode memanen energi (energy harvesting).

2.5 Hukum Kekekalan Energi

Hukum Kekekalan Energi (Hukum I termodinamika) berbunyi: “Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain tapi tidak bisa diciptakan ataupun dimusnahkan (konversi energi)”. Karena energi bersifat kekal, maka energi yang ada di alam semesta ini jumlahnya tidak pernah berubah, tidak bertambah dan berkurang. Yang ada hanyalah perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain.[2]

$$\Delta U = Q - W \quad (2-1)$$

ΔU : Perubahan energi dalam sistem (J)
 Q : Kalor yang diterima/dilepas sistem (J)
 W : Usaha (J)

Rumus hukum I Termodinamika digunakan dengan perjanjian sebagai berikut :

1. Usaha (W) bernilai positif (+) jika sistem melakukan usaha
2. Usaha (W) bernilai negatif (-) jika sistem menerima usaha
3. Q bernilai negatif jika sistem melepas kalor
4. Q bernilai positif jika sistem menerima kalor

2.5.1 Hukum kekekalan energy mekanik

Hukum kekekalan energi mekanik menyatakan bahwa besar energy mekanik pada benda yang bergerak selalutetap, seperti pada persamaan dibawah ini.

$$Em_1 = Em_2$$

$$Ek_1 + Ep_1 = Ek_2 + Ep_2$$

Keterangan:

Em_1, Em_2 : energi mekanik awal dan energi mekanik akhir (J).

Ek_1, Ek_2 : energi kinetik awal dan energi kinetik akhir (J).

Ep_1, Ep_2 : energi potensial awal dan energi potensial akhir (J).

2.5.2 Energipotensial

Energipotensial adalah energy yang dimiliki benda karena kedudukannya. Energipotensial gravitasi yang dimiliki benda disebabkan oleh ketinggian terhadap suatu titik acuan tertentu. Besar energi potensial gravitasi sebanding dengan massa, percepatan gravitasi serta ketinggian.

$$E_p = m g h \quad (2-2)$$

Dimana : m = massa (kg)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 h = ketinggian (m)

Gaya gravitasi akan menggerakkan tuas penggerak flywheel. Gerakan inilah yang menghasilkan energy kinetik akibat rotasi benda tegar, untuk mengetahui berapa besarnya energy kinetik yang dihasilkan digunakan persamaan besarnya energy kinetik pada flywheel.

2.5.3 Gerak Translasi dan Rotasi Benda Tegar

Energy kinetik translasi adalah energi kinetik benda saat bergerak secara translasi (lurus, tidak berputar) sedangkan gerak rotasi merupakan gerak suatu benda yang berputar terhadap sumbu putarnya, gerak rotasi ini dibagi menjadi 2 jenis. Yang pertama adalah gerak rotasi benda tegar sekitar sumbu tetap dan yang kedua adalah gerak rotasi benda tegar sekitar sumbu bergerak. Pada gerak rotasi benda tegar pada sumbu tetap memiliki besaran fisika pada gambar 2.1 sebagai berikut.

Persamaan energy kinetik translasi :

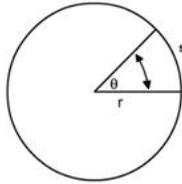
$$E_{k_{Trans}} = \frac{1}{2} m v^2 \quad (2-3)$$

Dimana :

m = massa (kg)
 v = Kecepatan (m/s)

Persamaan energy gerakrotasi :

$$S = r \theta$$



Gambar 2.1 Rotasi bendategar

Posisi sudut (θ) dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\theta = \frac{S}{r} \text{ (radian)}$$

Dimana s adalah panjang segmen lingkaran yang disapu jari-jari r .

kecepatan sudut rata-rata dapat dinyatakan oleh persamaan :

$$\omega = \frac{\theta}{t} \text{ (radian/detik)}$$

Untuk bendategar cincin $I = \frac{1}{2} m (R^2)$ maka persamaan energy kinetiknya menjadi seperti berikut :

$$\text{Flywheel} \quad Ek_{Rot} = \frac{1}{4} m (R^2) \omega^2 \quad (2-4)$$

Maka persamannya menjadi sebagai berikut :

$$t = I \cdot \alpha \quad (2-5)$$

$$t = \frac{1}{2} m \cdot (R^2) \cdot \alpha$$

$$\alpha = \frac{2.F.r}{m.(R^2)} \quad , x = \frac{1}{2} \pi r, \theta = \frac{1}{2} \pi$$

$$\omega^2 = 2\alpha . \theta$$

$$= 2 . \frac{2.F.r}{m.(R^2)} . \frac{1}{2} \pi$$

$$\omega^2 = \frac{2.\pi.F.r}{m.(R^2)} \quad (2-7)$$

Dimana :

- I = momen inersia benda tegar (kg m²)
- ω = kecepatan sudut rata-rata (rad/detik)
- m= massa benda tegar (kg)
- r = jarak dari sumbu rotasi (m)
- R₁ =jari-jariluar flywheel (m)
- R₂ =jari-jaridalam flywheel (m)

2.6 Energy listrik

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik/energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan atau menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Hubungannya seperti pada tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1 Persamaan energy listrik

Rumus energy listrik	Hubungan energy dan daya	Rumus dayalistrik
$W = V.I.t$	$W = p.t$	$P = V.I$
$W = \frac{V^2}{R} t$		$P = \frac{V^2}{R}$
$W = I^2 . R . t$		$P = I^2 . R$

Dimana :

W	= energy listrik (joule)
P	= Daya listrik (watt)
V	= tegangan listrik (volt)
I	= kuat arus listrik (ampere)
T	= selang waktu (secon)
R	= hambatan listrik (ohm)

2.7 Alternator

peralatan elektromekanis yang mengkonversikan energi potensial mekanik menjadi energi listrik arus bolak-balik. Pada prinsipnya, generator listrik arus bolak-balik disebut dengan alternator, tetapi pengertian yang berlaku umum adalah generator listrik pada mesin kendaraan. Pada gambar 2.2 merupakan alternator yang digunakan pada alat KFC. Generator pada pembangkit listrik yang digerakan dengan turbin uap disebut turbo generator.[3]



Gambar 2.2 Alternator

(www.ebay.com/p/Motorcraft-GL8673-Alternator/21487322)

Menghitung torsi motor (alternator) yaitu sebagai berikut :

$$T = F \cdot r \quad (2-7)$$

Dimana :

- T = Torsi motor (Nm)
 F = Gaya (N)
 r = Jari-jari (m)
 HP = Daya kuda motor (HP = 746 watt)

2.8 Panel Instrument

Modul converter akan mengolah hasil keluaran dari alternator untuk digabungkan lalu disimpan pada akumulator. Ada dua bagian konversitas antara AC menjadi DC dan DC ke AC. Seperti pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 konverter DC menjadi AC

2.9 Penyimpanan Energy

Energy listrik yang telah disearahkan dan nilaitegangannya sesuai akan disimpan ke akumulator. Akumulator yang

digunakan menggunakan akumulator Baterai Panasonic tegangan nominal 12 V Kapasitas 100 Ah seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.4

Untuk mencegah adanya tegangan balik dari akumulator yang menuju modul converter, digunakan diode yang dipasang seri dengan akumulator.



Gambar 2.4 akumulator 12 v kapasitas 100Ah
(www.dtelektronik.s-akumulator-12v-100ah-motoma)

$$P_{aki} = V \cdot I \quad (2-7)$$

Dimana :

- P = Daya (Watt)
- V = Tegangan (volt)
- I = Arus (ampere)

2.10 Penerangan

Sebagai penerang digunakan lampu jalaan LED 60 watt seperti yang

ditunjukkan oleh gambar 2.5. Diasumsikan akumulatordalam kondisi penuh, makalamanyalampumenyaladapatdihitungsebagiaiberikut:



Gambar 2.5Lampu LED 60 watt
(<https://www.indiamart.com/vaibhavi-entps/>)

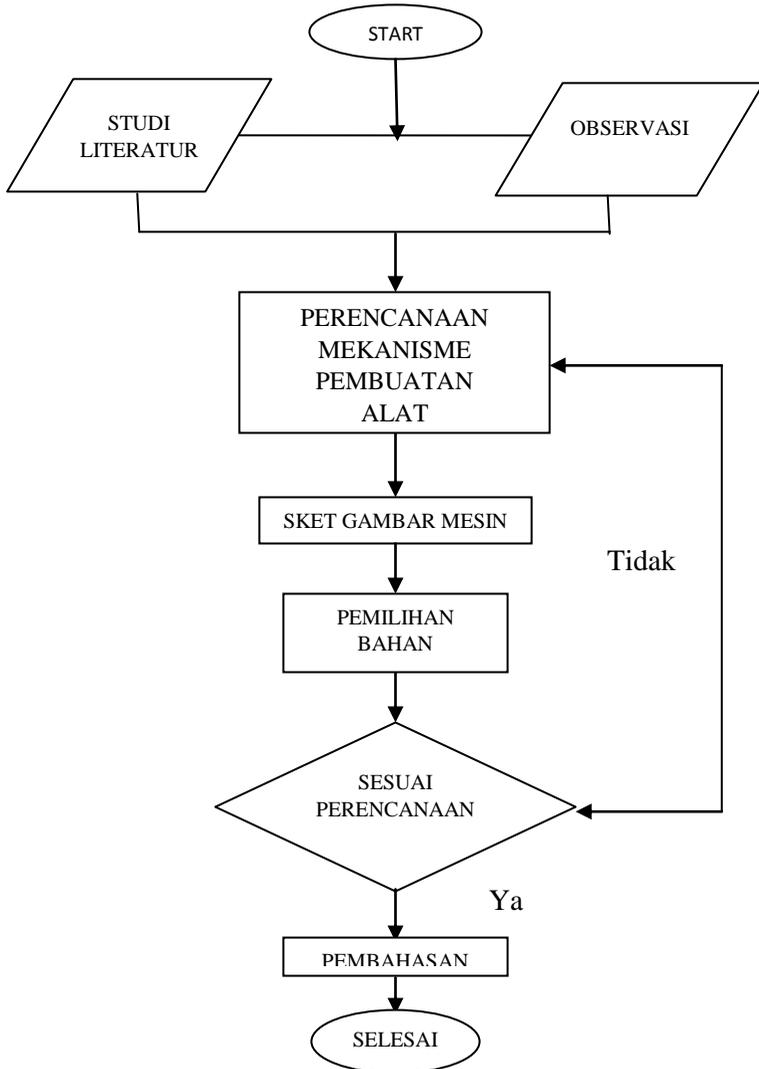
$$E = P \cdot V \cdot t \quad (2-8)$$

$$t = \frac{E}{P \cdot V}$$

Dimana :

- P = Daya (Watt)
- E = Energi Listrik (Wh)
- V = Tegangan (Volt)
- t = Waktu (hour)

BAB III METODOLOGI



Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan [4]

3.1 Diagram Alir Perencanaan

Dibawah ini merupakan beberapa metode penelitian pada proses pengerjaan mesin ini, antara lain meliputi :

1. **Studi Literatur**: Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka untuk mencari informasi mengenai alat yang telah dibuat atau direncanakan terdahulu melalui buku-buku di perpustakaan, jurnal-jurnal penelitian dan melalui internet dimana tujuan dari metode ini adalah pengetahuan mengenai komponen - komponen apa saja yang digunakan pada mesin dan agar perencanaan alat yang dibuat dapat memiliki kelebihan dan juga ada pengembangan dari generasi sebelumnya, supaya penggunaannya lebih maksimal bagi pengguna alat..

2. **Observasi** : Observasi merupakan tahap yang bertujuan melakukan survei alat-alat sebelum uji coba, sejauh mana kelayakan dan keselamatan dari alat tersebut.

3. **Perancangan Mekanisme pembuatan alat** : Perancangan dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa tahan/tangguh alat tersebut untuk dioperasikan sehingga kita dapat mengetahui mana yang sekiranya kurang cocok dan semisal ada kendala kita dapat mengganti bahan atau komponen pada alat tersebut agar seperti yang kita harapkan. Dari perancangan ini kita juga sudah bisa mengira-ngira tentang alat yang akan dibuat sehingga bisa melihat dan meninjau secara spesifik.

4. **Sket Gambar Mesin** : Gambar sket mesin sangat diperlukan penggambaran bentuk mesin tersebut. Karena dengan gambar sket mesin dapat mempermudah dalam proses pembangunan mesin dan pembuatan mekanisme sistem pengadukan dalam mesin tersebut.

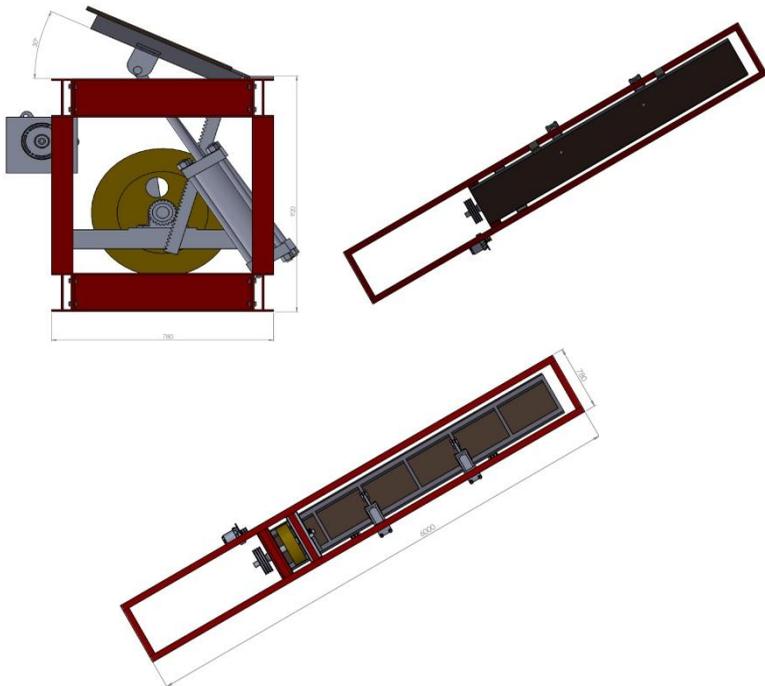
5. **Pemilihan bahan** : agar kita dapat menentukan jenis bahan apa saja yang cocok untuk digunakan sebagai komponen dari kinetic flywheel conversion ini yang ditinjau dari beberapa aspek seperti dari segi kekuatan, keuletan, dan kualitas bahan yang bagus.

6. **Pembahasan** : Pada bab pembahasan ini dilakukan pembahasan tentang mesin dan perhitungan secara detail.

3.2 Prinsip kerja mesin

KFC adalah suatu alat yang memanfaatkan energy kinetik pada pijakan mobil tangki Pertamina yang melewati KFC dengan kecepatan maksimal 10 km/jam. Sehingga askruk akan bergerak dan memutar poros yang terhubung dengan flywheel dan yang tersambung pada pulley dan vbelt untuk memutar alternator. Dari alternator tersebut menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus listrik searah (DC) lalu kemudian disimpan ke accumulator (baterai) setelah baterai terisi penuh baru nanti mampu untuk digunakan untuk penerangan lampu di area terminal bahan bakar Pertamina.

3.3 Prosedur pengoprasian



Gambar 3.2 Hasil perencanaan alat KFC

Sebelum mesin dioperasikan jangan lupa periksa :

- a. Pastikan panel instrument sudah dalam posisi on
- b. Alternator tidak ada halangan untuk berputar
- c. Flywheel dalam keadaan siap berputar
- d. Pijakan tidak terganjal
- e. kabel Aki (merah <+>, hitam <->)
- f. Pastikal kabel Aki dalam Box terhubung dengan kabel sumber ke control panel

Pengoperasian :

- a. Panel Instrumen sudah posisi ON
- b. Mobil tangki melewati KFC
- c. Landsan permukaan ditekan oleh MT
- d. Askruk akan menggerakkan poros
- e. Flywheel akan berputar yang tersambung dengan V belt
- f. V belt yang terhubung dengan alternator membuat alat tersebut memutar dan menghasilkan sumber energy
- g. Alternator yang berputar menghasilkan arus bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus searah (DC)
- h. untuk kemudian disimpan ke accumulator (baterai)
- i. Setelah baterai terisi penuh baru nanti mampu untuk digunakan untuk penerangan lampu di area terminal bahan bakar pertama.

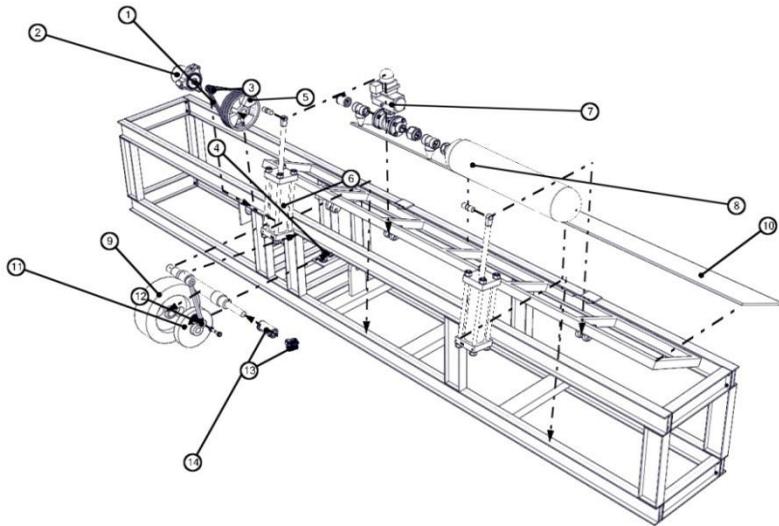
Cara mematikan kinerja pada alat :

- a. Lepas accumulator dari sambungan panel instrument
- b. Posisikan panel pada status OFF

3.4 Keunggulan alat kinetic flywheel conversion

- a. Menghemat biaya tagihan listrik di area TBBM Surabaya
- b. Memanfaatkan energy yang terbuang
- c. Memiliki kontruksi yang kuat
- d. Bisa bertahan sampai 2-3 tahun kedepan
- e. Daya yang dihasilkan lumayan besar

3.5 Komponen Alat Kinetic Flywheel Conversion



Gambar 3.3 Bagian-bagian alat kinetic flywheel conversion

Keterangan :

1. V-belt
2. Alternator
3. Poros
4. Support
5. Pulley besar
6. Peunumatic Cylinder
7. Presure gage
8. Tabung bertekanan
9. Flywheel
10. Tutup alat/pijakan
11. Askruk/piringan
12. Poros pengunci/kopling
13. Bearing One Way
14. Poros luar

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

4.1 Proses Penggalian dan Pengecoran wadiah KFC

Melihat dari kerangka alat yang seperti itu, sebelum kinetic flywheel conversion digunakan perlu adanya penggalian tanah dan buatan wadiah KFC untuk mengidari adanya gangguan gerakan dan getaran yang terjadi akibat dari permukaan tanah. Seperti pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 penggalian dan pengecoran

4.2 Pemasangan Alat KFC

Pemasangan dilakukan agar kita dapat melakukan percobaan dan penyesuain alat KFC dengan wadiah yang telah kita buat, seperti pada gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 alat kinetic flywheel conversion

4.3 Pemasangan Panel Instrument

Digunakan untuk mengkonversi arus AC menjadi DC yang memiliki nilai tegangan 12 V dan 100 Ah untuk digunakan sebagai energy listrik seperti pada gambar 4.3 yang ada dibawah ini.



Gambar 4.3 konverter dan akumulator

4.4 Data Mobil Tangki TBBM Surabaya

MOBIL TANGKI PERTAMINA	
KAPASITAS	BERAT KOSONG (kgf)
8 KL	5.980
16 KL	6.480
24 KL	8.510
32 KL	10.700
40 KL	11.040

Tabel 4.1 Berat kosong mobil tangki

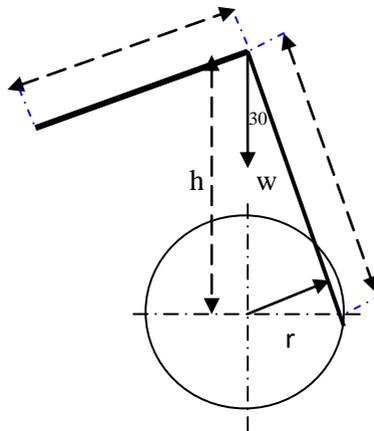
Energy potensial perlu diketahui dikarenakan energy potensial berfungsi untuk menggerakkan poros yang akan

memutar askruk yang terhubung dengan flywhell dan pulley, kapasitas dan berat masing-masing tangki seperti table 4.1 diatas.

Diketahui

w	: 8.510 kgf
m	: 8.510 kg ($\frac{1}{3} \cdot 8510 = 2836,67 \text{ kg}$)
g	: 9,8 m/s
h	: 0,2 m

4.5 Free Body Diagram KFC



Gambar 4.4 Free Body Diagram [5]

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 w &= 8.510 \text{ kgf} = 83.398 \text{ N} \\
 &= \frac{1}{3} \times 83.398 = 27.799,33 \text{ N} \\
 r &= 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F &= W \cdot \cos 30^\circ \\
 &= 27.799,33 \cdot 0,866
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 24074,22 \text{ N} \\
 T &= F \cdot r \\
 &= 24074,22 \times 0,10 \\
 &= 2407,42 \text{ Nm} \\
 &= 245,40 \text{ Kgf.m} \\
 &= 21299,77 \text{ lbf.in}
 \end{aligned}$$

4.6 Perbandingan Putaran Pulley Besar dan Pulley Kecil

MOBIL TANGKI PERTAMINA	
KAPASITAS	PUTARAN ALTERNATOR (RPM)
8 KL	37,8
16 KL	38,2
24 KL	37,9
32 KL	38,6
40 KL	39,4

Tabel 4.2 putaran alternator

Untuk menghitung putaran pulley besar dan flywheel yang terhubung satu poros maka dapat dihitung dengan cara sebagai berikut dengan melihat table 4.2 diatas.

$$n_1 = \frac{D_2}{D_1} n_2$$

Perencanaan KFC menggunakan alternator sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 n_2 &= 37,9 \text{ rpm (alternator)} \\
 D_1 &= 52 \text{ mm} \\
 D_2 &= 330 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sehingga :

$$n_1 = \frac{D_2}{D_1} n_2$$

$$= \frac{52}{330} 37,9$$

$$= 5,97 \text{ rpm}$$

Besar kecepatan putaran pulley besar dan flywheel yang terhubung dalam satu poros adalah sebagai berikut :

$$\omega = \frac{2\pi}{60}$$

$$= \frac{2.3,14.5,97}{60}$$

$$= 0,625 \text{ rad/s} = 5,68 \text{ rpm}$$

$$1 \text{ rpm} = 0,1047 \text{ radian/detik}$$

4.7 Perhitungan Daya Flaywheel dan Daya Poros

MOBIL TANGKI PERTAMINA			
KAPASITAS	ω (rad/s)	TORSI (Nm)	DAYA (watt)
8 KL	0,620	1691,70	1048,85
16 KL	0,630	1833,15	1154,88
24 KL	0,625	2407,42	1504,64
32 KL	0,636	3026,96	1925,15
40 KL	0,650	3123,14	2030,04

Tabel 4.3 Daya Flaywheel dan Daya Poros

Dari perhitungan diatas dapat diketahui torsi dan percepatan sudut sehingga dapat diketahui daya sebenarnya yang diterima oleh flaywheel dan poros seperti table 4.3 diatas.

$$Daya_{Sesaat} = T_{Flywheel} \cdot \omega_{Flywheel}$$

$$Daya = 2407,42 \text{ Nm} \cdot 0,625 \text{ rad/s}$$

$$Daya = 1504,64 \text{ watt}$$

4.8 Daya Alternator

MOBIL TANGKI PERTAMINA			
KAPASITAS	Volt (V)	Arus (A)	V.I (Watt)
8 KL	3,494	0,78	2,725
16 KL	3,404	0,74	2,519
24 KL	3,870	0,78	3,019
32 KL	4,856	0,74	3,593
40 KL	4,008	0,88	3,527
Daya total			15,383

Tabel 4.4 Tegangan dan Arus

Pengujian pada tabel 4.4 ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan alat dalam menyimpan energy dan kemampuan alat dalam mengisi akumulator. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus yang dihasilkan dari setiap pijakan mobil tangki pertamina yang lewat.

Dengan menggunakan hasil pengujian pada table 4.4 dapat dihitung daya total yang dapat disimpan kedalam akumulator

$$P = V \cdot I$$

$$P = 3,870 \cdot 0,78$$

$$P = 3,019 \text{ watt}$$

Sedangkan daya total yang masuk adalah $P = 15,383 \text{ watt}$

Rata-rata lama rotor berputar dalam satu kali pijakan mobil tangki pertamina adalah 10,880 detik, maka dapat dihitung besarnya energy total yang dihasilkan dalam satu kali pijakan mobil tangki pertamina.

$$\begin{aligned}
 E &= P \cdot t \\
 &= 15,383 \cdot 10,88 \\
 &= 167,368 \text{ Joule} \\
 &= 46,491 \cdot 10^{-3} \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

Apabila sekali pijakan mobil tangki pertamina menghasilkan energy sebesar $46,491 \cdot 10^3 \text{ Wh}$ dan kapasitas penuh akumulator adalah $12\text{V} \times 100\text{Ah} = 1200 \text{ Wh}$ maka untuk mengisi penuh akumulator.

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{1200 \text{ Wh}}{46,491 \cdot 10^{-3} \text{ Wh}} \\
 &= 25811,447 \text{ pijakan}
 \end{aligned}$$

Realisasi energy listrik dari alat ini $46,491 \cdot 10^{-3} \text{ Wh}$ dalam satu kali pijakan mobil tangki pertamina, apabila ada 25 mobil tangki pertamina yang melewati alat KFC ini, maka energy yang dihasilkan

$$\begin{aligned}
 E &= 46,491 \cdot 10^{-3} \text{ Wh} \cdot 25 \\
 E &= 1,162 \text{ Wh}
 \end{aligned}$$

maka akumulator akan terisi dengan energy sebanyak :

$$\text{Pengisian aki} = \frac{E_{total}}{E_{aki}} \cdot 100\%$$

$$\text{Pengisian aki} = \frac{1,162 \text{ Wh}}{1200 \text{ Wh}} \cdot 100\%$$

$$\text{Pengisian aki} = 0,096\%$$

4.9 Penerangan Disekitar Area TBBM

Sebagai penerang digunakan 6 buah lampu jalan LED 60 watt, jika diasumsikan akumulator dalam kondisi penuh, maka lamanya lampu menyala dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Waktu lampu} = \frac{E_{aki}}{P_{lampu}}$$

$$\text{Waktu lampu} = \frac{1200 \text{ Wh}}{60 \text{ Watt}}$$

$$\text{Waktu lampu} = 20 \text{ jam}$$

Di area pertama terdapat 6 lampu LED, maka waktu lampu menyala adalah 3,33 jam.

4.10 Kebutuhan Area di TBBM

Jika di area pertama hanya membutuhkan waktu 10 jam untuk penggunaan 6 buah lampu LED, maka akumulator yang harus terisi sebanyak

$$\text{Kebutuhan} = \frac{10 \text{ jam (6 lampu)}}{20 \text{ jam}} \cdot 1200 \text{ Wh}$$

$$= 3600 \text{ Wh}$$

Berarti membutuhkan 3 buah akumulator agar dapat menerangi area selama 10 jam untuk 6 buah lampu jalan LED 60 watt.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari perncanaan dan perhitungan pada kinetic flywheel conversion diperoleh data-data sebagai berikut:

1. putaran flywheel sangat rendah.
2. Daya total yang dihasilkan alternator 15,383 watt disebabkan karena putran yang masuk ke alternator sangat kecil.
3. Alternator yang digunakan motor listrik atau alternator 1 phase dengan putaran minimal 150 rpm
4. Energy yang dihasilkan alat kfc ini adalah 1,162 Wh dalam 25 kali pijakan mobil tangki pertamina sedangkan dalam satu pijakan mobil tangki menghasilkan $46,491.10^{-3}$ Wh
5. Energi yang terisi ke akumulator hanya 0,096% sehingga untuk mengisi penuh akumulator diperlukan pijkan mobil tangki sebanyak 25811,447 pijakan dengan spesifikasi akumulator 12 V x 100 Ah = 1200 Wh

Dilihat dari analisa alat kinetic flywheel conversion ini daya yang mehasilkan alternator sangat rendah. Akibatnya besarnya gaya yang seharusnya menghasilkan putaran tinggi tidak dapat diserap dengan baik oleh flywheel sehingga putarannya kecil dikarenakan struktur mekanisme alat yang kurang baik.

5.2 Saran

Dari perencanaan dan kontruksi untuk kedepannya jika ingin dilakukan perbaikan alat maka anternator diganti yang torsinya tinggi dan rpmnya rendah atau ditambahkan kontruksi gear seperti halnya sistem gearbox yang dapat membantu putaran tinggi.

Lampiran

1. Konversi Satuan

TABLE A.1 Conversion Factors	
Area	
1 mm ² = 1.0 × 10 ⁻⁶ m ²	1 ft ² = 144 in. ²
1 cm ² = 1.0 × 10 ⁻⁴ m ² = 0.1550 in. ²	1 in. ² = 6.4516 cm ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 m ² = 10.7639 ft ²	1 ft ² = 0.092 903 m ²
Conductivity	
1 W/m-K = 1 J/s-m-K = 0.577 789 Btu/h-ft-R	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
Density	
1 kg/m ³ = 0.06242797 lbm/ft ³	1 lbm/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³
1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³	
1 g/cm ³ = 1 kg/L	
Energy	
1 J = 1 N-m = 1 kg-m ² /s ²	
1 J = 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 cal (Int.) = 4.1868 J	= 1.28507 × 10 ⁻³ Btu
	1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
1 erg = 1.0 × 10 ⁻⁷ J	= 778.1693 lbf-ft
1 eV = 1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J	
Force	
1 N = 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)	
Gravitation	
g = 9.80665 m/s ²	g = 32.17405 ft/s ²
Heat capacity, specific entropy	
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
Heat flux (per unit area)	
1 W/m ² = 0.316 998 Btu/h-ft ²	1 Btu/h-ft ² = 3.15459 W/m ²
Heat transfer coefficient	
1 W/m ² -K = 0.176 11 Btu/h-ft ² -R	1 Btu/h-ft ² -R = 5.67826 W/m ² -K
Length	
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m

TABLE A.1 (Continued) *Conversion Factors*

Mass			
1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= 6.47989×10^{-5} kg	1 ton	= 2000 lbm
Moment (torque)			
1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
Momentum (mV)			
1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		
Power			
1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/ft
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h
Pressure			
1 Pa	= $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/m-s}^2$	1 lbf/in. ²	= 6.894 757 kPa
1 bar	= $1.0 \times 10^5 \text{ Pa} = 100 \text{ kPa}$	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. ²
1 atm	= 101.325 kPa		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 1.01325 bar		= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
	= 760 mm Hg [0°C]		
	= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]		
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. ²
1 mm Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. H ₂ O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. ²
1 m H ₂ O [4°C]	= 9.806 38 kPa		
Specific energy			
1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= 2.98907×10^{-3} kJ/kg
			= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

TABLE A.1 (Continued) Conversion Factors

Specific kinetic energy (V^2)

$1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 0.001 \text{ kJ/kg}$

$1 \text{ kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$

$1 \text{ ft}^2/\text{s}^2 = 3.9941 \times 10^{-5} \text{ Btu/lbm}$

$1 \text{ Btu/lbm} = 25037 \text{ ft}^2/\text{s}^2$

Specific potential energy (Zg)

$1 \text{ m-g}_{\text{std}} = 9.80665 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$

$= 4.21607 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$

$1 \text{ ft-g}_{\text{std}} = 1.0 \text{ lbf-ft/lbm}$

$= 0.001285 \text{ Btu/lbm}$

$= 0.002989 \text{ kJ/kg}$

Specific volume

$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$

$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 1 \text{ L/kg}$

$1 \text{ m}^3/\text{kg} = 16.01846 \text{ ft}^3/\text{lbm}$

$1 \text{ ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$

Temperature

$1 \text{ K} = 1^\circ\text{C} = 1.8 \text{ R} = 1.8 \text{ F}$

$\text{TC} = \text{TK} - 273.15$

$= (\text{TF} - 32)/1.8$

$\text{TK} = \text{TR}/1.8$

$1 \text{ R} = (5/9) \text{ K}$

$\text{TF} = \text{TR} - 459.67$

$= 1.8 \text{ TC} + 32$

$\text{TR} = 1.8 \text{ TK}$

Universal Gas Constant

$R = N_0 k = 8.31451 \text{ kJ/kmol-K}$

$= 1.98589 \text{ kcal/kmol-K}$

$= 82.0578 \text{ atm-L/kmol-K}$

$R = 1.98589 \text{ Btu/lbmol-R}$

$= 1545.36 \text{ lbf-ft/lbmol-R}$

$= 0.73024 \text{ atm-ft}^3/\text{lbmol-R}$

$= 10.7317 \text{ (lbf/in.}^2\text{)-ft}^3/\text{lbmol-R}$

Velocity

$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$

$= 3.28084 \text{ ft/s}$

$= 2.23694 \text{ mi/h}$

$1 \text{ km/h} = 0.27778 \text{ m/s}$

$= 0.91134 \text{ ft/s}$

$= 0.62137 \text{ mi/h}$

$1 \text{ ft/s} = 0.681818 \text{ mi/h}$

$= 0.3048 \text{ m/s}$

$= 1.09728 \text{ km/h}$

$1 \text{ mi/h} = 1.46667 \text{ ft/s}$

$= 0.44704 \text{ m/s}$

$= 1.609344 \text{ km/h}$

Volume

$1 \text{ m}^3 = 35.3147 \text{ ft}^3$

$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$

$1 \text{ Gal (US)} = 3.785412 \text{ L}$

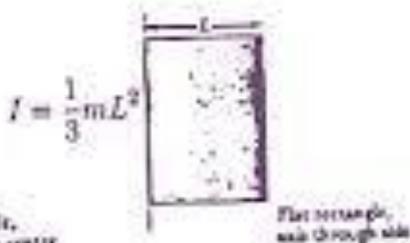
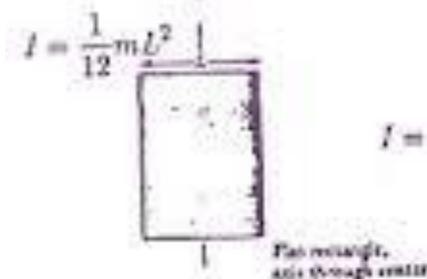
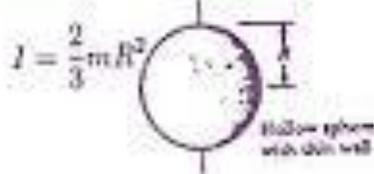
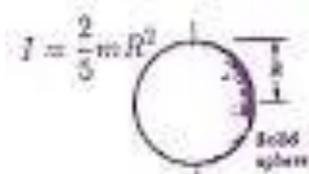
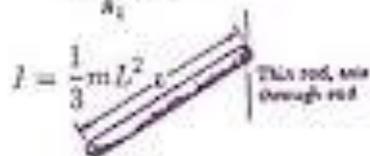
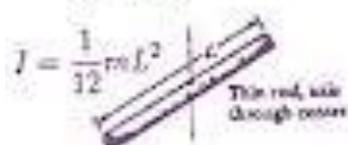
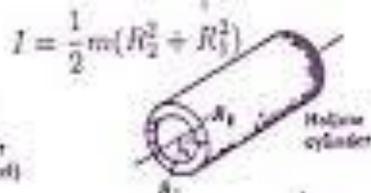
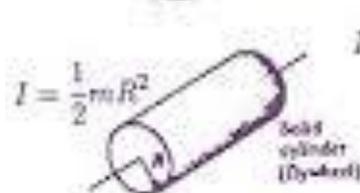
$= 3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

$1 \text{ ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{ m}^3$

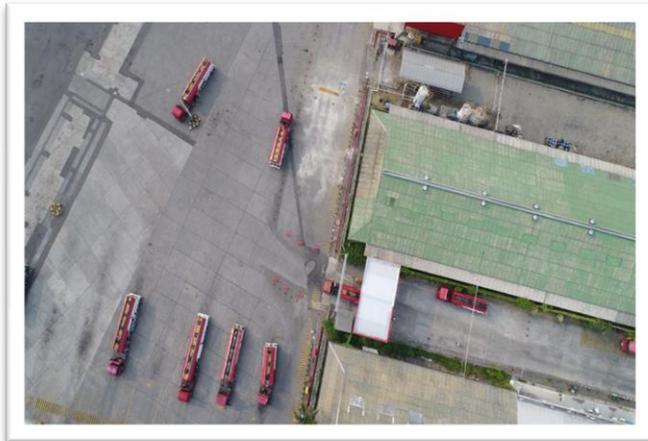
$1 \text{ in.}^3 = 1.6387 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

$1 \text{ Gal (UK)} = 4.546090 \text{ L}$

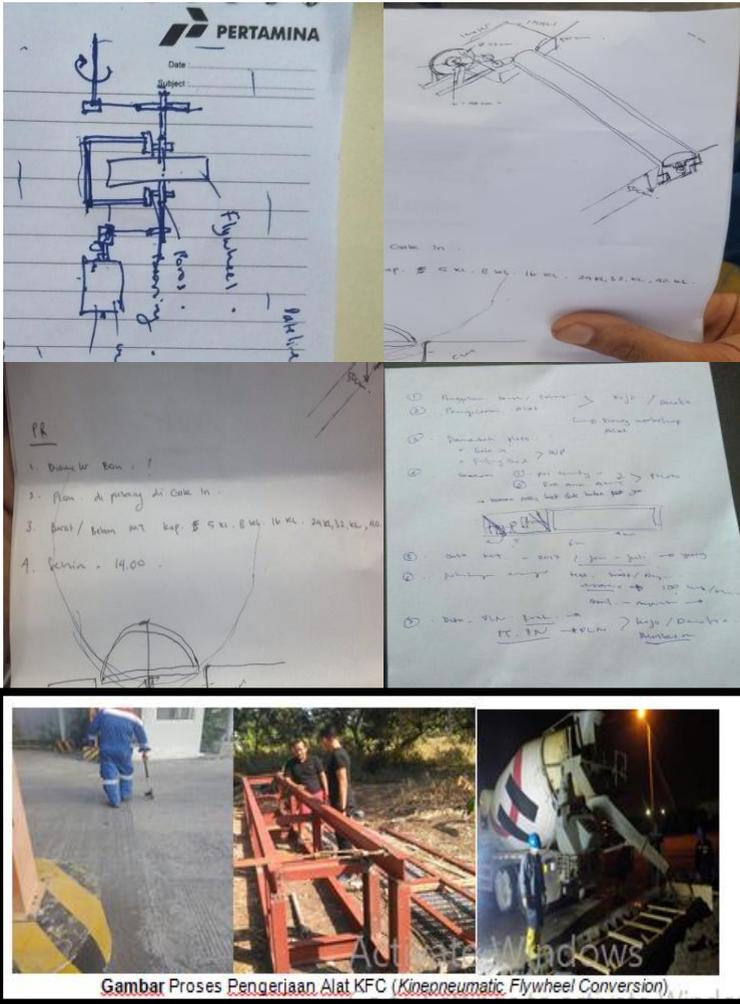
$1 \text{ Gal (US)} = 231.00 \text{ in.}^3$



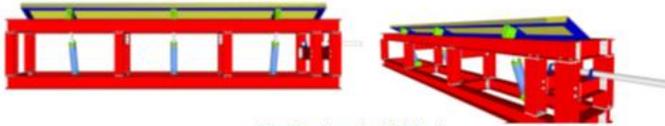
2. Peta Lokasi TBBM Surabaya



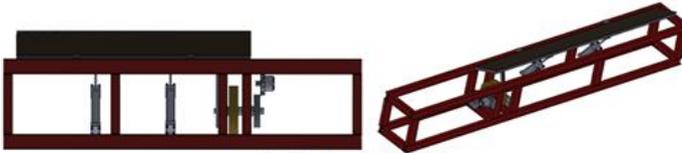
3. Design Awal Alat KFC dan Proses Pengerjaan alat KFC



4. Perubahan Alat Kinetic Flywheel Conversion (KFC)



Gambar Desain Alat ke 1



Gambar Desain Alat ke 2



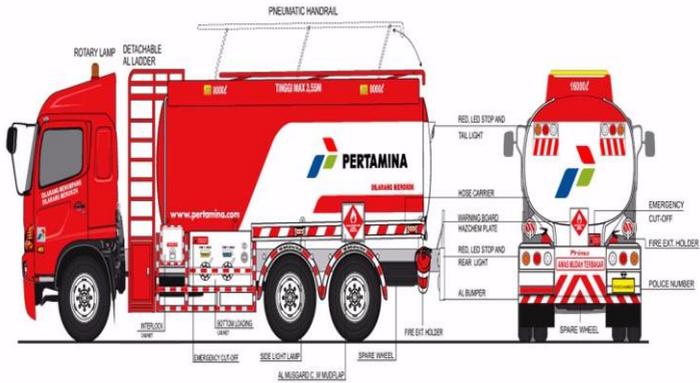
Gambar Trial & Error



5. Sosialisasi Alat KFC ke pekerja TBBM Surabaya



6. Spesifikasi Mobil Tangki BBM



KAPASITAS	HEAD TRUCK / ENKEL					TRAILER / KERETA TEMPEL					Jumlah Ban Pcs
	Panjang	Lebar	Tinggi	Berat Kosong	Berat Beban	Panjang	Lebar	Tinggi	Berat Kosong	Berat Beban	
	mm	mm	mm	kg	kg	mm	mm	mm	kg	kg	
8 KL	8.430	2.500	3.300	6.480	6.160						6
16 KL	8.480	2.500	3.550	5.980	12.190						10
24 KL	5.315	2.500	2.950	8.510	21.000	7.700	2.500	3.290	7.780	25.780	14
32 KL	6.780	2.500	2.950	10.700	23.180	9.980	2.590	3.347	7.700	31.880	18
40 KL	6.615	2.500	2.815	11.040	23.310	12.537	2.500	3.366	8.360	38.360	22

7. foto bersama pekerja pertamina



BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Sumenep pada tanggal 05 Desember 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang pernah penulis tempuh adalah, SDN Gayam III Sumenep, SMPN 1 Gayam Sumenep, dan SMAN 1 Sumenep . Pada tahun 2014 Penulis diterima di Jurusan Teknik Mesin Industri FV – ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 2114030040. Penulis mengambil konsentrasi dalam

bidang ilmu Konversi Energi.

Selama berada di bangku kuliah, penulis aktif mengikuti banyak pelatihan, organisasi, serta kepanitian yang diadakan di tingkat jurusan maupun tingkat institut. Pelatihan yang telah penulis ikuti antara lain adalah Spiritual ITS, LKMM Pra-TD pada tahun 2014, PKTI pada tahun 2014, Penulis pernah magang sebagai staf pada tahun 2015 di Departemen Jundullah HMDM. Penulis juga menjabat sebagai Humas MAHAGANA ITS pada tahun 2015, dan pada tahun yang sama penulis bergabung dengan JMMI ITS. OC di acara kaderisasi tahun 2015.

Penulis aktif mengikuti seminar-seminar yang diadakan oleh jurusan atau fakultas di ITS seperti Seminar PPI DUNIA, seminar SKK MIGAS, SEG SC, GHEOMECHANICS, ROBOTIK dll banyak hal lain yang penulis ikuti selama menempuh pendidikan di Department Teknik Mesin Industri yang tak bisa penulis sebutkan satu persatu, penulis juga gemar dalam mempelajari ilmu Sains, Penelitian dan pengabdian masyarakat. Dan akhir kata, penulis berharap buku ini bisa menjadi referensi untuk adik-adik di Departemen Teknik Mesin Industri ITS yang akan meneruskan penelitian dan rancang bangun kinetic flywheel conversion agar lebih baik lagi. Sehingga kedepannya penelitian ini benar-benar mampu diterapkan di masyarakat secara luas.